

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-237081  
 (43)Date of publication of application : 23.08.2002

(51)Int.Cl. G11B 7/135  
 G02B 5/18

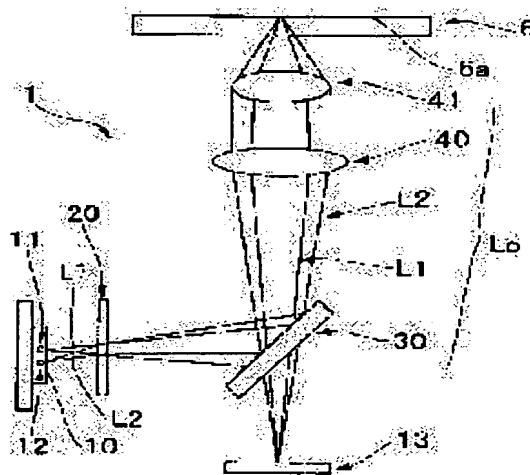
(21)Application number : 2001-036619 (71)Applicant : SANKYO SEIKI MFG CO LTD  
 (22)Date of filing : 14.02.2001 (72)Inventor : SAKAI HIROSHI

## (54) OPTICAL HEAD DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To propose an optical head device equipped with a staircase diffraction element which can efficiently guide respective lights emitted by light sources, emitting the lights differing in wavelength, to a common optical system.

**SOLUTION:** A 2-wavelength optical head device 1 employs the staircase diffraction element 20 as a phase diffracting element which aligns the optical axes of the laser lights L1 and L2 having different wavelengths to each other; and the steps of step surfaces 23 of the staircase diffracting element 20 are so set that the light of long-wavelength side wavelength  $\lambda_1$  travels straight and the number of staircase gratings of the staircase diffraction element 20 is the integer closest to  $\alpha$  found from  $\lambda_1/\lambda_2=\alpha/(\alpha+1)$  so that the diffraction efficiency of the diffracted light of (-1)th order of the light of short-wavelength side  $\lambda_2$  is maximum. Consequently, the lights L1 and L2 emitted by the different light sources can be guided to the common optical system Lo with small light quantity loss.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 27.05.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

[decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-237081

(P2002-237081A)

(43)公開日 平成14年8月23日 (2002.8.23)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
G 11 B 7/135  
G 02 B 5/18

識別記号

F I  
G 11 B 7/135  
G 02 B 5/18

テ-マコ-ト(参考)  
A 2 H 0 4 9  
Z 5 D 1 1 9

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願2001-36619(P2001-36619)

(22)出願日 平成13年2月14日 (2001.2.14)

(71)出願人 000002233  
株式会社三協精機製作所  
長野県諏訪郡下諏訪町5329番地  
(72)発明者 酒井 博  
長野県諏訪郡下諏訪町5329番地 株式会社  
三協精機製作所内  
(74)代理人 100090170  
弁理士 横沢 志郎  
F ターム(参考) 2H049 AA03 AA50 AA53 AA57 AA63  
5D119 AA41 BA01 BB01 BB04 EC45  
EC47 FA08 JA22

(54)【発明の名称】 光ヘッド装置

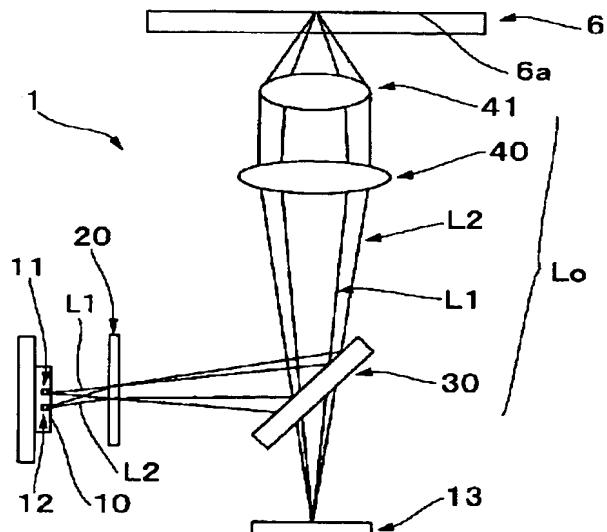
(57)【要約】

【課題】 波長の異なる光を出射する複数の光源から出射された各光を共通光学系に効率よく導くことができる階段状回折素子を備えた光ヘッド装置を提案すること。

【解決手段】 2波長光ヘッド装置1では、異なる波長のレーザ光L1、L2の光軸を合わせる位相回折素子として階段状回折素子20を採用し、階段状回折素子20の段面23の段差を、長波長側の波長λ1の光を直進させるように設定すると共に、当該階段状回折素子20の階段状格子の段数を、短波長側の波長λ2の光の-1次回折光の回折効率が最大となるように、

$$\lambda_1 / \lambda_2 = \alpha / (\alpha + 1)$$

により求められる $\alpha$ に最も近い整数としている。これにより、異なる光源から出射された各光L1、L2を、光量損失の少ない状態で共通光学系Loに導くことができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1の光を出射する第1の光源と、前記第1の光と波長が異なる第2の光を出射する第2の光源と、前記第1あるいは第2の光を偏向させて双方の光軸を合わせる回折素子とを有し、前記回折素子は、その入射面および出射面のうちの一方が階段状格子面とされた階段状回折素子であり、この階段状格子面の段差は、前記第1および第2の光のうち一方の光に対して1波長分の位相差を発生させる寸法に設定されており、当該階段状格子面の段数は、他方の光に対する+1次回折効率または-1次回折効率を最大とする段数に設定されていることを特徴とする光ヘッド装置。

【請求項2】 請求項1において、前記第1の光の波長 $\lambda_1$ は前記第2の光の波長 $\lambda_2$ よりも長く、前記階段状格子面の段差は、前記第1の光に対して1波長分の位相差を発生させる寸法に設定されており、当該階段状格子面の段数は、 $\lambda_2/\lambda_1 = \alpha/(\alpha+1)$ を満足する $\alpha$ に最も近い整数であることを特徴とする光ヘッド装置。

【請求項3】 請求項1において、前記第1の光の波長 $\lambda_1$ は前記第2の光の波長 $\lambda_2$ よりも長く、前記階段状格子面の段差は、前記第2の光に対して1波長分の位相差を発生させる寸法に設定されており、当該階段状格子面の段数は、 $\lambda_2/\lambda_1 = \alpha/(\alpha+1)$ を満足する $\alpha$ に最も近い整数に1を加算した値であることを特徴とする光ヘッド装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、CD（コンパクトディスク）やDVD（デジタルバーサタイルディスク）などの光記録媒体の記録、再生に用いられる2波長光ヘッド装置に関するものである。更に詳しくは、このような2波長光ヘッド装置において、発光点位置が異なる光源から出射された波長の異なる光の一方を偏向させて双方の光の光軸合わせを行なうために用いる階段状回折素子の設計方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 光記録媒体としては、CD（コンパクトディスク）およびDVD（デジタルバーサタイルディスク）

$$(2/\pi)^2 \times \sin^2(0.833 \times 2\pi/2) = 0.10 \quad (2)$$

## 【0010】

【発明が解決しようとする課題】 このように、従来の2波長光ヘッド装置では、回折格子、すなわち、位相回折素子により回折される波長780nm側のレーザ光の利用効率が0.1と小さい。このため、CD-R記録を行

\* ク）等のように基板厚さや記録密度が異なるものが知られており、これらの光記録媒体に対して情報の記録や再生を行う場合に、異なる波長のレーザ光が必要になることがある。例えば、DVDの再生には650nm波長のレーザ光が必要であるのに対して、CD-Rは650nm波長帯域での反射率が低いので、その再生・記録のためには780nm波長のレーザ光が必要である。

【0003】 そこで、DVDの再生およびCD-Rの再生記録を行うための光ヘッド装置としては、波長が650nmのレーザ光を出射するレーザ光源と、波長が780nmのレーザ光を出射するレーザ光源が搭載された所謂、2波長光ヘッド装置と呼ばれるものが知られている。

【0004】 たとえば、特開平11-185282号公報に開示されている2波長光ヘッド装置では、その小型およびコンパクト化のために、各レーザ光の光学系を共用化している。そのために、各レーザ光源から射出された発光点が異なるレーザ光の一方を回折格子によって偏向することにより、双方のレーザ光を共通光路に導き、共通の対物レンズを介して光記録媒体上に収束させている。

【0005】 ここで、位相回折素子として用いられる回折格子は、透明基板から形成され、その対する入射面および出射面のうち一方に凸凹状の格子が形成された格子面となっている。この格子の深さが、波長の短いレーザ光源からのレーザ光に対して回折格子位相が $2\pi$ 、すなわち1波長の光路差に設定されている。このため、波長の短いレーザ光源からのレーザ光は回折作用を受けずに直進し、波長の長いレーザ光源のレーザ光は回折作用を受け、回折によって得られる1次回折光が共通光路に導かれる。

【0006】 回折作用を受けない波長の短いレーザ光源の波長を650nm、回折作用を受ける波長の長いレーザ光源の波長を780nmとすれば、回折格子は、格子の材料の屈折率をN、格子の深さをdとしたとき、 $N \times d = 650\text{nm}$ を満足するように構成される。

【0007】 一方、波長780nmの光に対する位相差は、次式（1）により表される。

$$N \times d / 780 \times 2 \times \pi = 0.833 \times 2\pi \quad (1)$$

また、波長780nmの±1次光の回折効率は、次式（2）より求めることができる。

## 【0009】

うためには、通常の10倍の光量を発光するレーザ光源を使用しなければならない。光の回折効率の低下を防ぐためには、位相回折素子として、格子形状を階段状とした階段状回折素子を用いる必要がある。

【0011】 また、光量変調を行なった場合には、光源

として用いられる半導体レーザの波長が光量に応じて数nm変動するので、波長変動に起因して回折角が変化し、光軸ずれが発生する。かかる光軸のずれ角 $\Delta\theta$ は次式(3)で表される。

## 【0012】

$$\Delta\theta = \sin^{-1}(\Delta\lambda/P) \quad (3)$$

ここで、 $\Delta\lambda$ は再生時と記録時の波長変化量、Pは格子間隔である。

【0013】記録時に光軸ずれが発生すると、トラックずれの発生や、ピット形状が変形する等の弊害が発生するので好ましくない。

【0014】一方、2波長を使用する光学系は、波長によって、対物レンズやコリメートレンズの焦点距離が異なるなどの色収差が生じている。このため、コリメートレンズの色収差に合わせて、各光源の発光点の光進行方向の位置を決定しなければならない。よって、2波長光源の設計はコリメートレンズの設計に依存し自由度がない。

【0015】以上の問題点に鑑みて、本発明の課題は、波長の異なる光を出射する複数の光源から出射された各光を共通光学系に回折効率よく導くことができる階段状回折素子を備えた光ヘッド装置を提案することにある。

## 【0016】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明の光ヘッド装置は、第1の光を出射する第1の光源と、前記第1の光と波長が異なる第2の光を出射する第2の光源と、前記第1あるいは第2の光を偏向させて双方の光軸を合わせる回折素子とを有し、前記回折素子は、その相対する入射面および出射面のうちの一方が階段状格子面とされた階段状回折素子であり、この階段状格子面の段差は、前記第1および第2の光のうち一方の光に対して1波長分の位相差を発生させる寸法に設定されており、当該階段状格子面の段数は、他方の光に対して+1次回折効率または-1次回折効率を最大とする段数に設定されていることを特徴としている。

【0017】ここで、前記第1の光の波長 $\lambda_1$ が前記第2の光の波長 $\lambda_2$ よりも長い場合、すなわち、第1の光が長波長側の光であり、第2の光が短波長側の光である場合、前記階段状格子面の段差を、前記第1の光に対して1波長分の位相差を発生させる寸法に設定すれば、長波長側の第1の光は階段状回折素子による回折作用を受けずに、そのまま当該回折素子を直進する。

【0018】この場合、階段状回折素子の階段状格子面の段数を、

$$\lambda_2/\lambda_1 = \alpha/(a+1)$$

を満足する $\alpha$ に最も近い整数となるように設定すれば、短波長側である第2の光における-1次回折光の回折効率を高めることができる。よって、当該-1次回折光を第2の光源からの出射光として利用すればよい。

【0019】逆に、階段状回折素子の階段状格子面の段

差を、前記第2の光に対して1波長分の位相差を発生させる寸法に設定すれば、短波長側の第2の光は階段状回折素子による回折作用を受けずに、そのまま当該回折素子を直進する。

【0020】この場合、階段状回折素子の階段状格子面の段数を、

$$\lambda_2/\lambda_1 = \alpha/(a+1)$$

を満足する $\alpha$ に最も近い整数に1を加算した値とすれば、長波長側である第1の光における+1次回折光の回

10 折効率を高めることができる。よって、当該+1次回折光を第1の光源からの出射光として利用すればよい。

## 【0021】

【発明の実施の形態】以下に、図面を参照して、本発明の光ヘッド装置の実施例を説明する。

【0022】(第1の実施例)図1は本例の光ヘッド装置の光学系を示す概略構成図である。本例の光ヘッド装置1は、CD、CD-R、DVDなど、基板厚さや記録密度が異なる複数種類の光記録媒体6に対して情報の再生、記録を行うものであり、波長が785nmの第1のレーザ光L1を出射する第1のレーザ光源11と、波長が650nmの第2のレーザ光L2を出射する第2のレーザ光源12とが共通パッケージに収納された2波長光源(ユニット光源)10と、共通の光学系Loを備えている。第1のレーザ光L1と第2のレーザ光L2とは、それらの発光点位置が所定の間隔だけ離れている。

【0023】共通光学系Loには、2波長光源10から出射された第1のレーザ光L1を直進させ、第2のレーザ光L2を偏向させて双方の光軸を合わせる階段状回折素子20と、光軸が一致したレーザ光L1、L2を部分的に反射する平板状のビームスプリッタ30と、このビームスプリッタ30で反射されたレーザ光L1、L2を平行光化するコリメートレンズ40と、コリメートレンズ40から出射されたレーザ光L1、L2を光記録媒体6の記録面6aに収束させる対物レンズ41とが配置されている。階段状回折素子20については後述する。

【0024】また、共通光学系Loには、光記録媒体6の記録面6aで反射された後に、ビームスプリッタ30を通過した第1のレーザ光L1および第2のレーザ光L2の戻り光を受光するための共通受光素子13が配置されている。

【0025】この構成の光ヘッド装置1において、光記録媒体6としてCD-Rに情報を記録するときは、第1のレーザ光源11から、波長が785nmの第1のレーザ光L1を出射する。この第1のレーザ光L1は、階段状回折素子20を介して共通光学系Loに導かれ、対物レンズ41によって、CD-Rの記録面に光スポットとして収束し、情報が記録される。

【0026】これに対して、光記録媒体6としてDVDに情報を再生等するときは、第2のレーザ光源12から、波長が650nmの第2のレーザ光L2を出射す

る。この第2のレーザ光L2も、階段状回折素子20を介して共通光学系L0に導かれ、対物レンズ41によって、DVDの記録面に光スポットとして収束し、DVDの記録面で反射した第2のレーザ光L2の戻り光は、ビームスプリッタ30を介して共通受光素子13に集光する。共通受光素子13で検出された信号によりDVDの情報再生等が行われる。

【0027】(階段状回折素子) 2波長光源10から出射された長波長785nmの第1のレーザ光L1を直進させ、短波長650nmの第2のレーザ光L2を偏向させて双方の光軸を合わせる階段状回折素子20について説明する。

【0028】図2は、図1に示す光ヘッド装置1に用いる階段状回折素子を示す断面図である。図3は、図2に示す階段状回折素子の格子の深さと回折効率の関係を示すグラフである。

【0029】本例の階段状回折素子20は、使用波長に対して透明な平板から形成され、一方の面が平坦な入射面21とされ、他方の面は階段状格子面を有する出射面\*

$$\lambda_2 / \lambda_1 = 650 / 785 = 0.$$

となり、

$$\alpha = 4.813 \dots$$

となる。よって、 $\alpha$ に最も近い整数である「5」が求まる。

【0033】この5段の段面23を有する階段状回折素子

$$F_0 = 1 / 5^2 \{ 2 \cos(2d\pi) + 2 \cos(2d\pi/2) + 1 \}^2 \quad (6)$$

$$F_m = 1 / (\pi m)^2 [ \sin\{\pi(2dm)\} - \sin\{\pi(2d+3/5m)\} + \sin\{\pi(d+1/5m)\} + \sin\{(1/5\pi m)\} ]^2 \quad (7)$$

ここで、dは1段の高さ、mは回折次数( $m \neq 0$ の整数)である。これらの式(7)、(8)より導かれる長波長 $\lambda_1 = 785\text{nm}$ および短波長 $\lambda_2 = 650\text{nm}$ における格子の深さと回折効率の関係を図3のグラフに示す。格子の深さは、長波長785nmを示す $\lambda_1$ の倍数で表してある。

【0035】この図に示すように、5段の段面23の合計深さ、すなわち $4d$ の値を0から $7\lambda_1$ に変化させると $4\lambda_1$ の時に、長波長 $\lambda_1 = 785\text{nm}$ に対しては段差dが1波長となり位相差は生じないので0次回折効率が1となるとともに、短波長 $\lambda_2 = 650\text{nm}$ についても-1次回折効率が0.86となり、それぞれの回折効率が共に最大となる。従って、式(4)より求めた段数5は、長波長 $\lambda_1 = 785\text{nm}$ の0次回折効率と、短波長

$$\Delta Z = F_{785} - \sqrt{(F_{785})^2 - h^2} \quad (8)$$

【0039】ここで、1つの均一な屈折率を持つ材料で製造されたコリメートレンズ40の短波長650nmのレーザ光に対する屈折率を $N_{650}$ 、長波長785nmに対する屈折率を $N_{785}$ とすると、色収差量 $\Delta F_c$ を下式

\* 22となっている。階段状格子面には、5段の段面23からなる階段状格子が周期的に形成されている。

【0030】階段状格子の段面23の段差dは、長波長785nmの第1のレーザ光L1が透過したときに $2\pi$ 、すなわち1波長の光路差を発生させる寸法に設定されている。従って、階段状回折素子20は第1のレーザ光L1をそのまま直進させ、第2のレーザ光L2を回折する。

【0031】ここで、階段状格子の段数「5」は次のようにして決定されたものである。長波長側の第1のレーザ光の波長を $\lambda_1$ とし、短波長側の第2のレーザ光の波長を $\lambda_2$ としたときに、段数は、次式(4)を満足する $\alpha$ に最も近い整数とする。

【0032】

$$\lambda_2 / \lambda_1 = \alpha / (\alpha + 1) \quad (4)$$

本例では、長波長 $\lambda_1 = 785\text{nm}$ 、短波長 $\lambda_2 = 650\text{nm}$ であるので、これらの値を式(4)に代入すると、

$$828 \dots = \alpha / (\alpha + 1) \quad (5)$$

※子20の回折効率は、0次回折効率を $F_0$ とし、M次回折効率を $F_m$ とすると、以下の式(6)、(7)で表すことができる。

【0034】

★長 $\lambda_2 = 650\text{nm}$ の-1次回折効率が最大となる。

【0036】これに対して、式(4)を満足しない段差数、すなわち、5段以外の段差数で階段状回折素子20を形成すると、長波長の0次回折効率と、短波長の+1次回折効率あるいは-1次回折効率を共に最大にすることはできない。

【0037】ここにおいて、一般的にコリメートレンズ40は、正弦条件を満足しており、像高量が $h$ であるとき、コリメートレンズ40の長波長785nmの焦点位置を $F_{785}$ とすると、光軸方向の焦点位置 $\Delta Z$ は、下式(8)で示される。

【0038】

【数1】

(9)で表すことができる。

【0040】

$$\Delta F_c = F_{785} - F_{785} N_{650} / N_{785} \quad (9)$$

50 式(8)、(9)を足し合わせることにより、異なる2

つのレーザ光源からレーザ光の光軸と、垂直方向の位置差（高さ）があるときの焦点ずれ $\Delta F$ を下式（10）のように求めることができる。

$$\Delta F = \Delta Z + \Delta F_c \approx F_{785} - \sqrt{(F_{785}^2 - h^2)} + F_{785} - F_{785} N_8$$

$$50 / N_{785} \quad (10)$$

【0042】この焦点ずれ $\Delta F$ は、図4に示すように、階段状回折素子20の出射面22において階段状段面23を同心円状の曲線に形成することにより、補正することができる。

【0043】このように本例の光ヘッド装置1では、異なる波長のレーザ光L1、L2の光軸を合わせるために階段状回折素子20を採用し、階段状回折素子20の段面23の段数は、回折作用を受ける側のレーザ光L2の一1次回折効率を最大とする段数に設定してある。従って、第1および第2のレーザ光源11、12から出射された各光の利用効率を最大限に高めることができる。

【0044】（第2の実施例）図5は、第2の実施例に係る光ヘッド装置の光学系を示す概略構成図である。なお、本形態の光ヘッド装置も、実施の形態1と同様の構成であるので、共通する部分については説明を省略する。

【0045】本例の光ヘッド装置1Aは、波長が635nmの第1のレーザ光L1Aを出射する第1のレーザ光源11Aと、波長が470nmの第2のレーザ光L2Aを出射する第2のレーザ光源12Aとが共通パッケージに収納された2波長光源（ユニット光源）10Aを有し、種類の異なる光記録媒体6に対して情報の再生、記録を行うものであり、長波長635nmの第1のレーザ光L1Aを用いてDVD-RAMやDVD-Rの記録を行い、短波長470nmの第2のレーザ光L2Aを用いて超高密度ディスクの再生を行う。

【0046】共通光学系L0Aには、2波長光源10Aから出射された第1のレーザ光L1Aを直進させ、第2のレーザ光L2Aを偏向させて双方の光軸を合わせる階段状回折素子20Aが配置されている。この階段状回折素子20Aについては後述する。

【0047】また、コリメートレンズ40から出射され※

$$\lambda_2 / \lambda_1 = 470 / 635 = \alpha / (\alpha + 1) \quad (11)$$

よって、 $\alpha = 2.849 \dots$ となるので、段数「3」が求められる。

【0054】この3段の段面23Aを有する階段状回折素子20Aの回折効率は0次回折効率を $F_0$ とし、M次★

$$F_0 = 1 / 3^2 \{ 2 \cos(d\pi) + 1 \}^2 \quad (12)$$

$$F_m = 1 / (\pi m)^2 [ \sin \{ \pi (dm) \} - \sin \{ \pi (d + 1/3m) \} + \sin (1/3\pi m) ]^2 \quad (13)$$

ここで、dは1段の高さ、mは回折次数（m≠0の整数）である。これらの式（12）、（13）より導かれる長波長 $\lambda_1 = 635\text{nm}$ および短波長 $\lambda_2 = 470\text{nm}$ における格子の深さと回折効率の関係を図7のグラフ

\* 【0041】  
【数2】

※たレーザ光L1A、L2Aを光記録媒体6の記録面6aに収束させるため、第1のレーザ光L1Aに対応する第1の対物レンズ41Aと、第2のレーザ光L2Aに対応する第2の対物レンズ41Bが切換可能に配置されている。

【0048】（階段状回折素子）2波長光源10Aから出射された第1のレーザ光L1Aを直進させ、第2のレーザ光L2Aを偏向させて双方の光軸を合わせる階段状回折素子20Aについて説明する。

【0049】図6は、図5に示す光ヘッド装置1Aに用いる階段状回折素子20Aを示す断面図である。図7は、図6に示す階段状回折素子の格子の深さと回折効率の関係を示すグラフである。

【0050】本例の階段状回折素子20Aは、使用波長に対して透明な平板から形成され、一方の面が平坦な入射面21Aとされ、他方の面は階段状表面を有する出射面22Aとなっている。出射面22Aには、階段状に3段の段面23Aが周期的に形成されている。

【0051】段面23Aの段差dは長波長635nmの第1のレーザ光L1Aが透過したときに $2\pi$ 、すなわち1波長の光路差を発生させるように設定されている。従って、階段状回折素子20Aは、第1のレーザ光L1Aをそのまま直進させ、第2のレーザ光L2Aを回折する。

【0052】本例においても、第1および第2のレーザ光L1、L2のうち長波長側の波長を $\lambda_1$ とし、短波長側の波長を $\lambda_2$ としたときに、段面23Aの段数「3」を、式（4）を満足する $\alpha$ に最も近い整数としている。長波長 $\lambda_1 = 635\text{nm}$ 、短波長 $\lambda_2 = 470\text{nm}$ であるので、式（4）は下式（11）となる。

【0053】

40★回折効率を $F_m$ とすると、以下の式（12）、（13）で表すことができる。

【0055】

に示す。格子の深さは、長波長635nmを示す $\lambda_1$ の倍数で表してある。

【0056】この図に示すように、3段の階段状回折素子の合計の深さ、すなわち $2d$ の値を0から $4\lambda_1$ に変

化させると $2\lambda_1$ の時に、長波長 $\lambda_1 = 635\text{ nm}$ に対しては段差 $d$ が1波長となり位相差は生じないので0次回折効率が1となるとともに、短波長 $\lambda_2 = 470\text{ nm}$ についても-1次回折効率が0.68となり、それぞれの回折効率とも最大となる。従って、式(4)より求めた段数3は、長波長 $\lambda_1 = 635\text{ nm}$ の0次回折効率と、短波長 $\lambda_2 = 470\text{ nm}$ の-1次回折効率が最大となる。

【0057】また、コリメートレンズ40は正弦条件を満足しているので、像高量が $h$ であるとき、コリメートレンズ40の長波長635nmの焦点位置を $F_{635}$ とすると、光軸方向の焦点位置 $\Delta Z$ は、下式(14)で示される。

【0058】

【数3】

$$\Delta F = \Delta Z + \Delta F_c = F_{635} - \sqrt{(F_{635}^2 - h^2)} + F_{635} - F_{635} N_4$$

$$70 / N_{635} \quad (16)$$

【0062】この焦点ずれ $\Delta F$ は、実施の形態1において図4に示したように、階段状回折素子20Aの出射面22Aにおいて階段状段面23Aを同心円状の曲線に形成することにより、補正することができる。

【0063】(第1の実施例の別の例)上記の第1の実施例の光ヘッド装置1における階段状回折素子20は、長波長780nmの第1のレーザ光L1を直進させ、短波長650nmの第2のレーザ光L2を回折して双方の光軸を合わせているが、長波長のレーザ光L1を回折し、短波長のレーザ光L2を直進させて双方の光軸を合わせるように構成することもできる。なお、以下の説明では、長波長側の第1のレーザ光L1の波長 $\lambda_1$ を785nmとし、短波長側の第2のレーザ光L2の波長 $\lambda_2$ を635nmとして説明する。

【0064】図8は、この場合における階段状回折素子を示す断面図である。図9は、図8に示す階段状回折素子の格子の深さと回折効率の関係を示すグラフである。

【0065】本例の階段状回折素子20Bは、波長785nmの第1のレーザ光L1を偏向させ、波長635nmの第2のレーザ光L2を直進させて双方の光軸を合わせ※

$$\lambda_2 / \lambda_1 = 635 / 785 = \alpha / (\alpha + 1) \quad (17)$$

式(17)より、 $\alpha = 4.235 \dots$ であるので、この $\alpha$ に最も近い整数は「4」であり、従って、段数は5( $=\alpha+1$ )と求められる。

【0069】このように形成された5段の階段状回折素子20Bの回折効率は、0次回折効率、M次回折効率は、実施の形態1と同様の式(6)、(7)で表され、これらの式(6)、(7)より導かれる長波長 $\lambda_1 = 785\text{ nm}$ 、短波長 $\lambda_2 = 635\text{ nm}$ における格子の深さと回折効率の関係を図9のグラフに示す。格子の深さは、短波長635nmを示す $\lambda_2$ の倍数で表してある。

【0070】この図に示すように、5段の階段状回折素

$$* \Delta Z = F_{635} - \sqrt{(F_{635}^2 - h^2)} \quad (14)$$

【0059】ここで、1つの均一な屈折率を持つ材料で製造されたコリメートレンズ40の波長470nmのレーザ光に対する屈折率を $N_{470}$ 、波長635nmに対する屈折率を $N_{635}$ とすると、色収差量 $\Delta F_c$ を下式(15)で表すことができる。

【0060】

$$\Delta F_c = F_{635} - F_{635} N_{470} / N_{635} \quad (15)$$

10 式(14)、(15)を足し合わせることにより、異なる2つのレーザ光源からレーザ光の光軸と、垂直方向の位置差(高さ)があるときの焦点ずれ $\Delta F$ を下式(16)のように求めることができる。

【0061】

【数4】

$$* \Delta F = F_{635} - \sqrt{(F_{635}^2 - h^2)} + F_{635} - F_{635} N_4$$

【0062】この焦点ずれ $\Delta F$ は、実施の形態1において図4に示したように、階段状回折素子20Aの出射面22Aにおいて階段状段面23Aを同心円状の曲線に形成することにより、補正することができる。

【0063】(第1の実施例の別の例)上記の第1の実施例の光ヘッド装置1における階段状回折素子20は、長波長780nmの第1のレーザ光L1を直進させ、短波長650nmの第2のレーザ光L2を回折して双方の光軸を合わせているが、長波長のレーザ光L1を回折し、短波長のレーザ光L2を直進させて双方の光軸を合わせるように構成することもできる。なお、以下の説明では、長波長側の第1のレーザ光L1の波長 $\lambda_1$ を785nmとし、短波長側の第2のレーザ光L2の波長 $\lambda_2$ を635nmとして説明する。

【0064】図8は、この場合における階段状回折素子を示す断面図である。図9は、図8に示す階段状回折素子の格子の深さと回折効率の関係を示すグラフである。

【0065】本例の階段状回折素子20Bは、波長785nmの第1のレーザ光L1を偏向させ、波長635nmの第2のレーザ光L2を直進させて双方の光軸を合わせ※

【0066】5段の段面23Bは、段差の深さ $d$ が短波長635nmの第2のレーザ光L2が透過したときに $2\pi$ 、すなわち1波長の光路差を発生させる寸法に設定されている。従って、階段状回折素子20Bは、第1のレーザ光L1を偏向させ、第2のレーザ光L2をそのまま直進させて、双方の光軸を合わせることができる。

【0067】本例では、上記の実施の形態1、2とは異なり、この段面23Bの段数を次のようにして決定している。すなわち、第1および第2のレーザ光L1、L2のうち長波長側の波長を $\lambda_1$ とし、短波長側の波長を $\lambda_2$ としたときに、段数を、式(4)を満足する $\alpha$ に最も近い整数に「1」を加算した値としている。長波長 $\lambda_1 = 785\text{ nm}$ 、短波長 $\lambda_2 = 635\text{ nm}$ であるので、式(4)は下式(17)となる。

【0068】

【0069】このように形成された5段の階段状回折素子の合計の深さ、すなわち $4d$ の値を0から $7\lambda_2$ に変化させると $4\lambda_2$ の時に、短波長 $\lambda_2 = 635\text{ nm}$ に対しては段差 $d$ が1波長となり位相差は生じないので0次回折効率が1となるとともに、長波長 $\lambda_1 = 785\text{ nm}$ についても+1次回折効率が0.86となり、それぞれの回折効率とも最大となる。従って、式(4)より求めた段数5は、長波長 $\lambda_1 = 785\text{ nm}$ の+1次回折効率と、短波長 $\lambda_2 = 635\text{ nm}$ の0次回折効率が最大となる。

【0070】上記(4)式を満足しない段差数、すなわち、5段以外の段差数で階段状回折素子20Bを形成す

る時は、短波長の1波長を1つの段差の高さにしても、長波長の+1次回折効率と、短波長の0次回折効率との最大値が一致しない。

【0072】なお、コリメートレンズ40の像高特性は、像高量がhであるとき、コリメートレンズ40の短\*

$$\Delta Z = F_{635} - \sqrt{(F_{635})^2 - h^2} \quad (18)$$

【0074】ここで、1つの均一な屈折率を持つ材料で製造されたコリメートレンズ40の波長635nmのレーザ光に対する屈折率をN<sub>635</sub>、波長785nmに対する屈折率をN<sub>785</sub>とすると、色収差量ΔF<sub>c</sub>を下式(19)で表すことができる。

【0075】

$$\Delta F_c = F_{635} - F_{635} N_{785} / N_{635} \quad (19) \text{※}$$

$$\Delta F = \Delta Z + \Delta F_c = F_{635} - \sqrt{(F_{635})^2 - h^2} + F_{635} - F_{635} N_{785} / N_{635} \quad (20)$$

【0077】この焦点ずれΔFは、実施の形態1と同様に図4に示すように、階段状回折素子20Bの出射面22Bにおいて階段状段面23Bを同心円状の曲線に形成することにより、補正することができる。

【0078】このような階段状回折素子20Bを備えた光ヘッド装置は、長波長の第1のレーザ光L1を用いて行うCD-Rの再生を行う場合、短波長の第2のレーザ光L2を用いて行うDVD、DVD-RAM、DVD-Rの再生および記録を行う場合、いずれにおいても、レーザ光の利用効率を最大限に高めることができる。

【0079】(第2の実施例の別の例)同様に、第2の実施例の光ヘッド装置1Aにおける階段状回折素子20Aは、長波長635nmの第1のレーザ光L1を直進させ、短波長470nmの第2のレーザ光L2を偏向して双方の光軸を合わせているが、長波長のレーザ光L1を偏向し、短波長のレーザ光L2を直進させて双方の光軸を合わせるように構成することもできる。

【0080】図10は、図5に示す光ヘッド装置1Aに用いる階段状回折素子の別の例を示す断面図である。

【0081】本例の階段状回折素子20Cは、波長635nmの第1のレーザ光L1Aを偏向させて、波長470nmの第2のレーザ光L2Aを直進させて双方の光軸を合わせるものであり、透光性を有する平板から形成され、一方の面が平坦な入射面21Cとされ、他方の面は階段状表面を有する出射面22Cとなっている。出射面22Cには、階段状に4段の段面23Cが周期的に形成されている。

【0082】4段の段面23Cは、段差の深さdが波長470nmの第2のレーザ光L2Aが透過したときに2π、すなわち1波長の光路差を発生させる設定されている。従って、階段状回折素子20Cは、第1のレーザ光L1Aを偏向させ、第2のレーザ光L2Aをそのまま直進させて、双方の光軸を合わせることができる。

12 \* 波長635nmの焦点位置をF<sub>635</sub>とすると、光軸方向の焦点位置ΔZは、下式(18)で示される。

【0073】

【数5】

※式(18)、(19)を足し合わせることにより、異なる2つのレーザ光源からレーザ光の光軸と、垂直方向の位置差(高さ)があるときの焦点ずれΔFを下式(20)のように求めることができる。

【0076】

【数6】

【0083】本例は、第1および第2のレーザ光L1、L2のうち長波長側の波長をλ1とし、短波長側の波長をλ2としたときに、段数は、式(4)を満足するα+1=4から、4段と求めることができる。

【0084】このような4段の階段状回折素子20Bを備えた光ヘッド装置は、波長635nmの第1のレーザ光L1Aの+1次回折効率は0.81であり、波長470nmの第2のレーザ光L2Aの0次回折効率は1となる。

【0085】(その他の実施の形態)なお、上記の各例では、階段状回折素子が、第1のレーザ光源および前記第2のレーザ光源から共通光学系の対物レンズに至る光路、すなわち、光学系の往路に配置されている。この代わりに、対物レンズから受光素子に至る光学系の復路、例えば、共通光学系のビームスプリッタと共に共通受光素子との間に配置することもできる。

【0086】この場合には、光軸がずれた状態で共通光学系を導かれた第1および第2のレーザ光の戻り光を、階段状回折格子により光軸を合わせて共通受光素子に受光させることができる。

【0087】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の2波長光40ヘッド装置では、異なる波長の光の光軸を合わせるために用いる位相回折素子として階段状回折素子を採用し、階段状回折素子の段差および段数を、双方のレーザ光の利用効率が最大となるように設定している。従って、異なる光源から出射される波長の異なる光のそれぞれを、光量損失の少ない状態で階段状回折素子を介して共通光学系に導くことができる。このように、本発明によれば、出射光の利用効率を高めることができるので、光源の低出力化を実現でき、それに伴って装置の省電力化も実現できる。

50 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した第1の実施例に係る光ヘッド装置の光学系を示す概略構成図である。

【図2】図1に示す光ヘッド装置に用いる階段状回折素子を示す断面図である。

【図3】図2に示す階段状回折素子の格子の深さと回折効率の関係を示すグラフである。

【図4】図2に示す階段状回折素子の格子の形成状態を示す平面図である。

【図5】本発明を適用した第2の実施例に係る光ヘッド装置の光学系を示す概略構成図である。

【図6】図5に示す光ヘッド装置に用いる階段状回折素子を示す断面図である。

【図7】図6に示す階段状回折素子の格子の深さと回折効率の関係を示すグラフである。

【図8】図1に示す光ヘッド装置に用いる階段状回折素子の別の例を示す断面図である。

【図9】図8に示す階段状回折素子の格子の深さと回折効率の関係を示すグラフである。

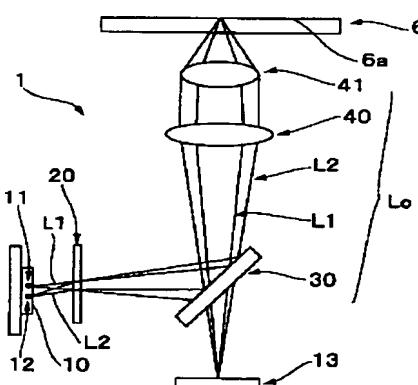
【図10】図5に示す光ヘッド装置に用いる階段状回折\*

\* 素子の別の例を示す断面図である。

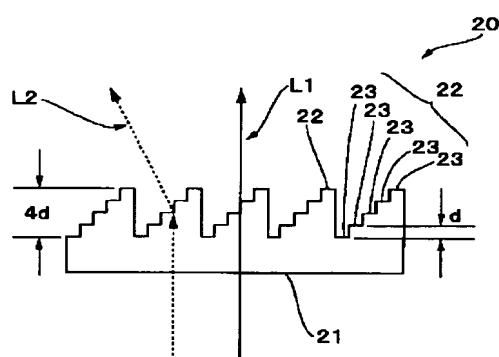
【符号の説明】

1	光ヘッド装置
10	2波長光源
11	第1のレーザ光源
12	第2のレーザ光源
13	受光素子
20	階段状回折素子
21	入射面
22	出射面
23	段面
30	ビームスプリッタ
40	コリメートレンズ
41	対物レンズ
Lo	共通光学系
L1	第1のレーザ光
L2	第2のレーザ光
d	段差

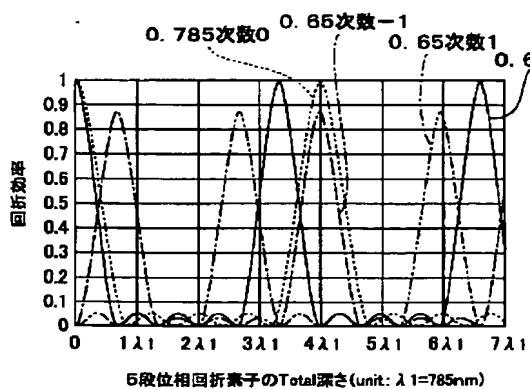
【図1】



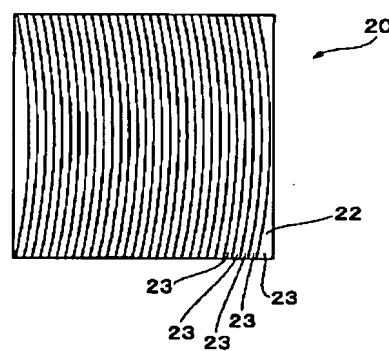
【図2】



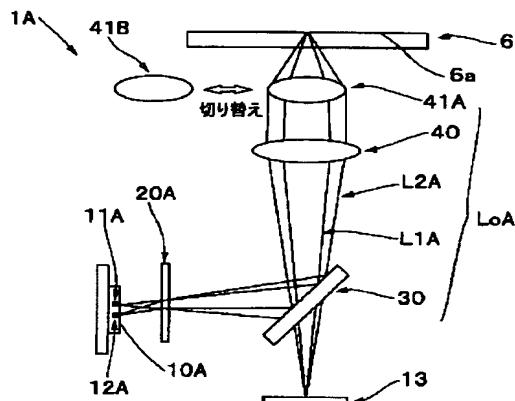
【図3】



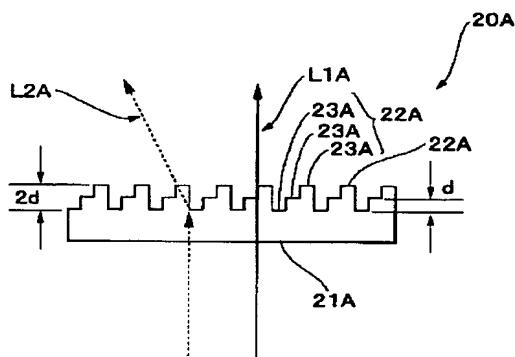
【図4】



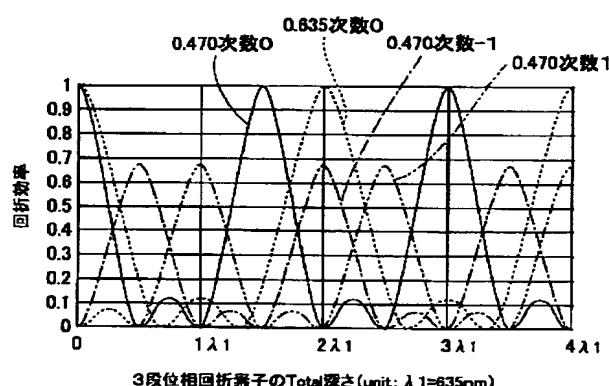
【図5】



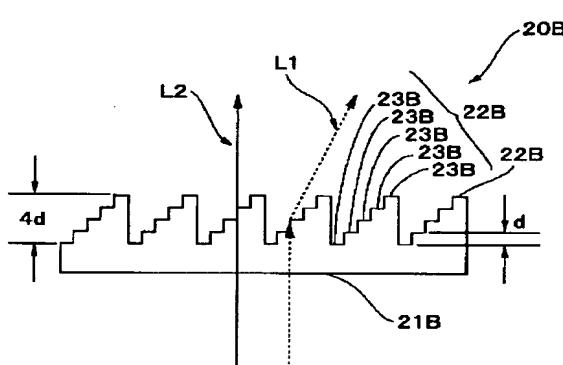
【図6】



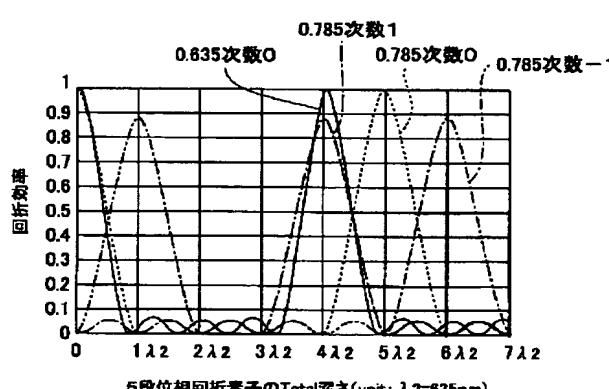
【図7】



【図8】



【図9】



【図10】

